

ELEMENTTIEN ASENTAMISEN PEREHDYTYSMATERIAALI JA TYÖMAAOHJEET

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Visa Kraft	
Työn nimi Elementtien asentamisen perehdytysmateriaali ja työmaaohjeet	
Päiväys 17.2.2018	Sivumäärä/Liitteet 22/25
Ohjaaja(t) 1.Viljo Kuusela, lehtori (2. Antti Kolari, lehtori)	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Lehto Group Oy, Lauri Rantala	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä ohjeet Lehto Group Oy:llä hyvinvointitilarakentamisessa käytettävien elementtien asentamisen vaiheisiin. Asennusohjeiden pääasiallinen käyttötarkoitus on uusien työntekijöiden perehdytyksessä. Perehdytysmateriaaliin sisällytettiin myös elementtirakentamiseen liittyviä laatu- ja turvallisuusasioita.</p> <p>Asennusohje laadittiin olemassa olevan tiedon pohjalta, mutta työhön sisältyi myös paljon itsenäistä tiedon keräämistä työmaalta ja asiantuntijoilta. Ohjeet koostuvat tekstiosuudesta ja valokuvista. Tavoitteena oli kirjoittaa tekstiosa kaikista eri työvaiheista ja liittää valokuvia havainnollistamaan asiaa. Tavoitteena oli myös pitää tämä työ yksinkertaisena ja kohdistaa ohje kohdeyleisölle tarkoittaen, että asentamiseen liittyvät mittatiedot ja pikkutarkat asiat jätettiin lähes kokonaan pois työstä.</p> <p>Työn tuloksena saatiin Lehto Group Oy:lle käyttökelpoiset asennusohjeet perehdytysmateriaaliksi. Opinnäytetyötä käytetään tulevaisuudessa myös Lehdon työmailla, sillä ohjeista on helppo katsoa kunkin työvaiheen huomioon otettavat asiat. Tämä opinnäytetyö ja sen nykyisen käyttötarkoituksen jalostaminen ja kehittäminen ovat helposti toteutettavissa lisäämällä yksinkertaistuksen yhteydessä pois jätetyt asiat työhön.</p>	
<p>Avainsanat</p> <p>Elementti, moduuli, asennusohje, perehdytys</p>	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Program me Degree Programme in Construction Engineering			
Author(s) Visa Kraft			
Title of Thesis Instructions for Mounting Prefabricated Units and Instructions for the Construction Site			
Date	17 February 2018	Pages/Appendices	22/25
Supervisor(s) 1.Mr Viljo Kuusela, Senior Lecturer (2.Mr Antti Kolari, Senior Lecturer)			
Client Organization /Partners Lehto Group Oy			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this final project was to create instructions and material about prefabricated units used in the buildings built by the company Lehto Group Oy. The main purpose of the instructions is to serve as introduction material for new employees. The introduction material also includes work safety matters and some quality aspects related to prefabricated units.</p> <p>Building Instructions were created from data that was already available, but information was also gathered on construction sites during the autumn 2017. The instructions consist of texts and pictures showing the construction stages of prefabricated units. The aim was to write a text about every stage of building and add a picture always after the text. Another aim was to keep this thesis as simple as possible meaning that, for example, most of the detailed information like measurements etc. was left out.</p> <p>As a result, the building company Lehto Oy was provided with useful instructions that can be used as an introduction material. Instructions will also be used on construction sites as a support when mounting prefabricated units. This thesis was made so that possible updating and making changes can be easily made, for example by adding more detailed information to these instructions.</p>			
Keywords prefabricated units, module, building instruction, introduction, mounting			

ALKUSANAT

Tämä insinöörityö tehtiin yhteistyössä Lehto Group Oy:n eri osaajien kanssa. Haluan kiittää kaikkia työhön osallistuneita henkilöitä.

Suuret kiitokset kuuluvat erityisesti Kajaanin sekä Vaalan kohteiden työnjohtajille, jotka auttoivat lähettämällä työvaiheista valokuvia, kun itse en päässyt paikalle.

Haluan kiittää myös insinöörityön ohjaajaa inspiroivasta ja motivoivasta ohjauksesta prosessin aikana.

Suuri kiitos myös vaimolleni ja pojalleni valtavasta tuesta projektin aikana.

Kuopiossa 8.3.2018

Visa Kraft

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
1.1	Tausta ja tavoitteet.....	6
1.2	Toimeksiantaja	6
1.3	Lyhenteet ja määritelmät.....	6
2	PUUELEMENTTIRAKENTAMINEN SUOMESSA.....	7
3	LEHDON ULKOSEINÄ- JA KATTOELEMENTIT.....	8
3.1	Ulkoseinäelementit.....	8
3.2	Kattoelementit.....	8
4	MODUULIRAKENTAMINEN SUOMESSA	10
5	LEHDON KYLPYHUONEMODUULIT JA TATE-KONTTI.....	11
5.1	Kylpyhuonemoduulit.....	11
5.2	Talotekniikkakontti.....	11
6	LAADUNVARMISTUS	13
7	ASENNUSOHJE PEREHDYTYKSEEN.....	14
7.1	Työmaan aluesuunnitelma	14
7.2	Kylpyhuonemoduulien asennus	15
7.2.1	Alustan valmistelu	15
7.2.2	Asentaminen.....	16
7.3	TATE-kontin asennus	16
7.4	Ulkoseinäelementtien asennus	17
7.4.1	Varastointi	17
7.4.2	Asentaminen.....	17
7.5	Kattoelementti	18
7.5.1	Rakentaminen elementiksi	18
7.5.2	Asentaminen.....	19
8	TULOKSET JA POHDINTA.....	21
	LÄHTEET	22

1 JOHDANTO

1.1 Tausta ja tavoitteet

Rakennusliikkeiden keskinäinen kova kilpailu ajaa yrityksiä etsimään jatkuvasti menetelmiä pärjätäkseen alalla. Nopeus, hinta, laatu ja helppous ovat rakennusmarkkinoilla tällä hetkellä valttia. Elementti- ja moduulirakentaminen antaa yritykselle avaimia menestykseen.

Työskentelin kesällä 2017 Rakennusliike Lehdolla. Mielenkiintoisen ja antoisan työjakson päätteeksi kartoitin mahdollisuutta opinnäytetyön tekemiselle. Valitsimme useiden hyvien vaihtoehtojen joukosta aiheen, jota aloin sitten työstämään.

Opinnäytetyönä laadimme asennusohjeet eri Lehdolla käytettävien elementtien, sekä moduuleiden asennukseen yksikerroksisessa konseptimallisessa hyvinvointitilarakennuksessa. Työn tarkoituksena on koota selkeät ja hyvät asennusohjeet, joiden pääasiallinen käyttö on uusien työntekijöiden perehdytyksessä. Asennusohje tehdään olemassa olevan tiedon ja työmaalta itse kerätyn aineiston pohjalta. Ohjeet koostuvat tekstiosuudesta ja valokuvista. Tavoitteena oli kirjoittaa tekstiosaa kaikista eri työvaiheista ja liittää valokuvia havainnollistamaan asiaa.

1.2 Toimeksiantaja

”Lehto Group on suomalainen rakennusalan konserni, joka keskittyy toiminnassaan kehittämäänsä talousohjatun rakentamisen toimintamallin hyödyntämiseen. Talousohjatussa rakentamisessa toteutus ja suunnittelu on integroitu kustannushyötyjen saavuttamiseksi. Lehdon kehittämät rakennusalan innovaatiot perustuvat modulaariseen toteutustapaan, jolla saavutetaan kustannushyötyjen lisäksi rakentamisen parempaa laatua. Modulaarisella toimintamallilla Lehto voi tarjota asiakkailleen nopean ja vaivattoman prosessin avaimet käteen -periaatteella suunnittelusta toteutukseen. Lehdon ammattilaisilla on vuosikymmenten kokemus toimitilojen, asuntojen, hyvinvointitilojen ja muiden julkisten rakennusten rakentamisesta sekä korjausrakentamisesta. Vuoden 2016 tarkempi liikevaihto oli 361,8 M€. Yhtiöllä on yksitoista toimipaikkaa Suomessa, pääkonttori sijaitsee Kempeleessä.” (lehto.fi.)

1.3 Lyhenteet ja määritelmät

HVT= Lehdon oma lyhenne, eli hyvinvointitilat: palvelutalot, hoivakodit, koulut, kirjastot, yms. muun muassa Rakennusliike Lehto Oy, Rakennuskartio Oy, jne.

Konseptimalli = Tässä tapauksessa valmiiksi suunniteltu ja useasti testattu talomalli, jonka mitat ja materiaalit ovat vakioita.

Lehto Group Oy = Rakennuskonserni, jonka yleisnimitys tässä opinnäytetyössä on Lehto. Sisältää

Sapluuna = Tässä yhteydessä muotti, jota käytetään apuna styroksin leikkaamiseen viemäreitä varten

TATE-kontti = Lyhenne, jota käytetään, kun puhutaan Lehdon omasta talotekniikkakontista.

2 PUUELEMENTTIRAKENTAMINEN SUOMESSA

Puuelementtirakentamisen osuus rakennusosalalla on lisääntynyt merkittävästi. Elementtirakentamisen kasvu on lisääntynyt sekä julkisella että yksityisellä puolella. Tärkein syy tähän on rakennusalan kova kilpailu, joka on aiheuttanut rakennusmarkkinoille tarvetta kehittää toimintaa. Rakentamisen nopeus ja siitä aiheutuva kustannussäästö sekä rakennuttajalle että rakennusliikkeelle on elementtirakentamisen suuri etu perinteiseen rakentamiseen verrattuna. Lisäksi uudet standardoinnit ovat vaikuttaneet siihen, että elementtirakentamisen kilpailukyky on parantunut myös isommissa rakennusprojekteissa. (prt-pro.fi.)

Puuelementtirakentamisen edut ovat merkittävät betonielementtirakentamiseen verrattuna. Rakennuksen runko on nopea pystyttää, joka vaikuttaa työmaalla työvoimakustannuksiin. Nopeus vaikuttaa myös siihen, että päästään siirtymään toiselle työmaalle nopeasti ja lisäksi itse rakennukseen päästään muuttamaan nopeasti. Nopeuteen ja kustannuksiin vaikuttaa myös se, että puuelementit ovat usein kevyitä ja helposti liikuteltavia eikä erityisnostokalustoa tarvita asennukseen. Rakennusteknisesti puuelementit ovat monesti paikallaan rakennettuun verrattuna parempia. Tehtaalla elementit valmistetaan aina kontrolloidussa ja kuivissa olosuhteissa, joten hyvän laadun tausta on varmempi. Elementit myös sääsuojataan jo sisätiloissa, joten kuivakettu säilyy aina työmaalle asti. (prt-pro.fi.)

Suomessa on useita puuelementtitoimittajia, joista rakennuttaja voi valita itselleen sopivan vaihtoehdon. PRT-pro, eli Pyhännän Rakennustuote Oy tarjoaa monenlaisia puuelementtiratkaisuja asiakkailleen pääasiassa kerrostaloihin. Kruunu-puuelementit soveltuvat monipuolisesti erilaisiin rakennuksiin. MetsäWood tuottaa mielenkiintoisia liimapuuelementtejä rakentajan tarpeisiin. Rakennusmarkkinoilla on tällä hetkellä monia muitakin puuelementtejä tuottavia yrityksiä ja määrä tuntuu vain lisääntyvän. (kuva 1.)



Kuva 1. KRUUNU puujulkisivuelementtejä (puuinfo.fi)

3 LEHDON ULKOSEINÄ- JA KATTOELEMENTIT

3.1 Ulkoseinäelementit

Rakennusliike Lehto käyttää puurakenteisten hoivakotien ulkoseinien rakentamiseen pelkästään elementtejä. Tämä johtuu siitä, että alalla on suuri kysyntä ja kohteita halutaan rakentaa mahdollisimman paljon, kustannustehokkaasti ja nopeasti.

Lehto rakentaa elementtitehtaallaan itse omat elementtinsä. Yhtiön suuri kasvuvauhti johti siihen, että ostaminen muualta ei ollut enää vaihtoehto. Sen vuoksi Lehto investoi ja osti Iistä oman elementtitehtaan. Elementin maksimipituuden määrittää kuljetuksen tuomat rajoitteet ja kohteen suunnitelmat. Korkeus elementeillä on yleensä vakio. (rakennuslehti.fi.)

Tehtaalla elementteihin asennetaan kaikki mahdolliset rakenteet, mitä vain voidaan asentaa. Rungon lisäksi elementteihin asennetaan ikkunat, tuulensuojalevyt, koolaukset, ulkoverhouspaneelit, eristeet ja höyrynsulkumuovi sisäpinnalle. Tehtaalla rakenteet saadaan tehtyä varmasti kuivissa olosuhteissa, eikä näin toimien Suomessa yleistä rakenteiden kastumista rakennusaikana pääse käymään. Lopuksi valmiit elementit numeroidaan, laitetaan nippuihin ja sääsuojataan kuljetusta varten. (kuva 2.)



Kuva 2. Lehto Group Oy:n elementtitehdas (rakennuslehti.fi)

3.2 Kattoelementit

Lehto etsii jatkuvasti uusia tapoja kehittää toimintaansa. Sen myötä rakennuksien kattoja on alettu valmistamaan työmaalla elementeiksi maan pinnalla perustuksien päällä. Tällaiset valmiiksi rakennetut elementit nostetaan sitten paikalleen, kun työmaalla katon tekemisen työvaihe aloitetaan. Maassa rakentamalla pyritään tehokkuuteen ja parantamaan työturvallisuutta.

Kattoristikot saapuvat työmaalle sovitusti, kun talon perustuksia vasta tehdään. Rakennuspaikan valinta (maassa tai perustuksien päällä) elementeille pitää miettiä työmaalla etukäteen ja ristikonippu kannattaa purkaa kuormasta suoraan siihen. Elementeiksi rakentaminen pyritään aina tekemään perustuksien päällä. Valmiit elementit nostetaan varastointipaikkaan siksi aikaa, kunnes rakennuksen ulkoseinät ja moduulit on saatu asennettua paikalleen. Rakennuspaikkana perustukset ovat paras ja helpoin paikka rakentaa elementti. Jos kattoelementin rakentaminen perustusten päällä ei jostakin syystä onnistu, niin rakentaminen tasaisen maan pinnalla on myös mahdollista.

Työturvallisuuteen elementtien rakentaminen maan tasolla tuo huomattavan parannuksen vanhaan tapaan verrattuna. Yhden ristikon kerrallaan nostamiseen verrattuna nostojen ja kiipeilyn määrä vähenee elementteinä nostettuna huomattavasti. Lisäksi työvaiheena katon rakentaminen valmiiksi elementtinä on huomattavasti nopeampaa kuin perinteisellä tavalla, yksi ristikko kerrallaan. Positiivinen asia on myös se, että kaikki rakenteet saadaan katon myötä nopeasti sääsuojaan.

Rakennusvaiheessa ristikoihin asennetaan kaikki suunnitelmissa olevat rakenteeseen kuuluvat puutavarat. Aivan kaikkea ei voida asentaa ennen paikalleen nostoa, mutta pyrkimyksenä on, että mahdollisimman vähän jäisi paikallaan asennettavaksi. Lopputuloksena ennen paikallaan nostoa on huopaa vaille valmis elementti sääsuojassa odottamassa nostamista.

Katon elementiksi rakentamisessa ja nostotapahtumassa kattoristikoihin tulee erilaisia rasituksia, kuin tavallisella menetelmällä paikallaan rakentamalla. Sen vuoksi on erittäin tärkeää noudattaa kattoristikoiden suunnittelijoiden ohjeistusta ja joka kerta varmistaa, että kyseinen ristikko varmasti soveltuu elementtikattoon. (kuva 3.)

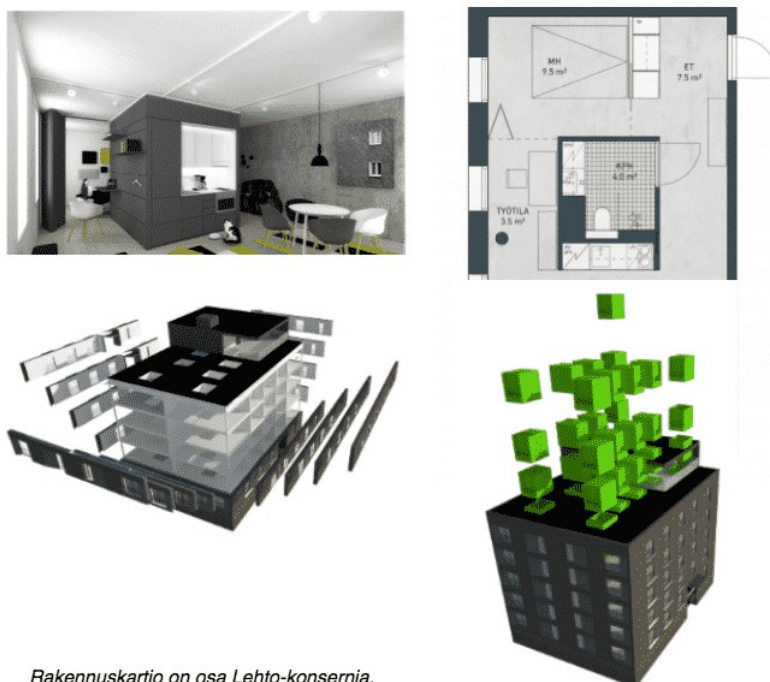


Kuva 3. Sepa Oy:n kattoristikot (puuinfo.fi)

4 MODUULIRAKENTAMINEN SUOMESSA

Moduulirakentaminen on Suomessa koko ajan lisääntyvä rakennusmuoto. Kilpailu rakennusalalla vaikuttaa siihen, että rakennusliikkeet etsivät jatkuvasti uusia keinoja parantaa toimintaansa. Pyrkimyksenä rakennusliikkeillä on rakentaa nopeasti ja pitää hinnat alhaisena, mutta samalla pitää asiakkaat tyytyväisinä. Moduulien ja elementtien ansiosta tällainen on mahdollista. Ensimmäinen moduulimenetelmällä rakennettu talo on Lehdolla valmistunut vuonna 2014. Sen jälkeen moduuleiden käyttö on lisääntynyt valtavasti. (tekniikkatalous.fi.)

Rakennusmarkkinoilla on tällä hetkellä muutamia erilaisia moduuliratkaisuja. Tilamoduulit ovat nimensä mukaisesti moduuleita, joiden tarkoitus on muodostaa jokin tila. Usein tilamoduuleita voidaan yhdistellä toisiinsa ja näin saadaan tehtyä haluttu kokonaisuus. Esimerkkinä yhdistetystä tilamoduulista on Lapwallin käyttämä moduuli, jossa on kylpyhuone, sauna ja keittiö samassa paketissa. (rakennuslehti.fi.)



Rakennuskartio on osa Lehto-konsernia.

Kuva 4. Lehdon moduulirakentamista (salkunrakentaja.fi)

Suuria moduulien valmistajia on markkinoilla tällä hetkellä jonkin verran. Mainittavia moduuleiden käyttäjiä ja valmistajia LapWall Oy:n ja Lehto Group Oy:n lisäksi ovat Sato, YIT ja Skanska. Yhdistävä tekijä kaikilla on se, että useimmat moduuliratkaisut ovat vielä konsepteja ja vasta kehitysvaiheessa. Määrätietoinen suunnittelu ja testaus ajavat moduuleita kuitenkin koko ajan toimivampaan suuntaan. (rakennuslehti.fi.)

5 LEHDON KYLPYHUONEMODUULIT JA TATE-KONTTI

5.1 Kylpyhuonemoduulit

Lehto Group Rakentaa itse omistamallaan elementtitehtaalla kylpyhuonemoduulinsa. Moduulit rakennetaan tehtaalla sisäpinnoiltaan täysin valmiiksi. Ne myös sisältävät valmiina ollessaan kylpyhuoneen kaikki talotekniset järjestelmät kuten viemäriputket ja vesijohdot. Tehtaalla valmistamisen etuna paikallaan rakentamiseen ovat laadukkuus ja erityisesti kustannustehokkuus. Samalla säästyy myös työmaalla tehtävien töiden määrä. (rakennuslehti.fi.)

Moduulin perustana toimii massiivinen 25-senttinen betonilaatta, jonka sisällä on kylpyhuoneen tekniikka. Seinät rakennetaan kertopuusta ja seinät päällystetään kosteuseristetyllä kipsilevyllä. Sisäpinta tehdään suunnitelmien mukaan, yleensä laatoista. Asiakas valitsee haluamansa kylpyhuoneen laatan värin ja mallin lisäksi kalusteet, mitä sisälle asennetaan, aivan kuten muuallakin rakennuksessa. (rakennuslehti.fi.)

Kun moduuli on rakenteiltaan valmis, se sääsuojataan ja siirretään kuljetukseen. Kuljettajana toimii moduuleihin perehdytetty henkilö, joka tietää muun muassa kuorman purkamiseen tarvittavat tiedot. Kuorma lähetetään työmaalle, kun työvaihe antaa siihen mahdollisuuden. Pyrkimyksenä on, että kaikki moduulit toimitetaan työmaalle yhden työpäivän aikana. Työmaalle toimitetaan ennen kuorman saapumista lista, jossa kerrotaan missä järjestyksessä moduulit saapuvat. Sen ansiosta työmaalla osataan valmistella alustat oikeisiin paikkoihin moduuleille.

Kylpyhuonemoduuleita on saatavilla tällä hetkellä muutamaa eri kokoa. Jokaiseen kohteeseen kuitenkin mietitään aina erikseen, minkälaiset moduulit niihin asennetaan. Lehdolla on olemassa myös konseptimallisia rakennuksia, joihin tulee samanlaiset moduulit aina.

5.2 Talotekniikkakontti

TATE-kontti valmistetaan Oulussa Lehdon omalla elementtitehtaalla. Jokainen kontti räätälöidään asiakkaan tarpeen mukaan. Konttiin asennetaan sisälle kaikki tarpeelliset talotekniset laitteet, kuten ilmanvaihtokoneet, rakennusautomaation, sähköpääkeskuksen, vesimittarit ja kaiken sen tekniikan mitä rakennuskohteeseen on suunniteltu tulevan. Kun kaikki tekniikka on sijoitettu kontin sisälle, helpottuu myös mahdolliset huoltotyöt, sillä kaikki tekniset laitteet ovat samassa paikassa. (rakennamme.fi.)



Kuva 5. Talotekniikkakontti (rakennamme.fi)

Etukäteen valmistettavan kontin tekee mahdolliseksi hyvä suunnittelu. Talotekniikkakonttia aloitetaan suunnittelemaan heti kun asiakkaan kanssa päästään sopimukseen työmaan käynnistämisestä. Kun perustusvaihe alkaa työmaalla, niin talotekniikkakonttia aloitetaan rakentamaan elementtitehtaalla. Pyrkimys on siinä, että kun työmaalla asennetaan moduuleita, niin yhtä aikaa asennetaan paikalleen myös TATE-kontti. (rakennamme.fi.) (kuva 5.)

Kooltaan talotekniikkakontit ovat yhden pienen makuuhuoneen kokoisia ja painavia. Suurin paino aiheutuu massiivisesta betonilaatasta, joka toimii kontin perustana. Koko aiheuttaa sen, että kontti tuodaan työmaalle aina erilliskuljetuksena. Kontti aiheuttaa ennakkojärjestelyjä myös työmaalle nostokaluston, nostimen sijainnin, nostoalustan ja nostopaikan suhteen. Nämä asiat ovat kuitenkin tiedossa ja otettu huomioon jo työmaata suunnitellessa. (rakennamme.fi.)

Tehtaalla rakentamisen hyödyt paikallaan rakentamiseen verrattuna ovat suuret. Työn jälki on aina siisti, kun vältetään ulkotyön tuomilta haasteilta ja vaihtuvan rakennusporukan aiheuttamilta asioilta. Kontti pyritään valmistamaan tehtaalla niin pitkälle kuin mahdollista. Näin säästytään työmaalla tehtävistä työvaiheista. Tavoitteena on, että elementti tuodaan työmaalle, laitteet kytketään kiinni ja talon tekniikka toimii. (rakennamme.fi.)

Tavoitteena rakennusliikkeillä on saada mahdollisimman laadukas ja virheetön lopputulos. Nykyään rakennuttajat ovat pääsääntöisesti erittäin tietoisia usein ulkoistetun valvonnan ansiosta rakennusten lopputuloksen laadusta. Laadun puutteellisuus ja virheellinen rakentaminen johtavat rakennusliikkeiden takuukorjauksiin ja suuriin kustannuksiin, joten niitä pyritään välttämään. Puutteellinen lopputulos leviää helposti mahdollisten tulevien asiakkaiden korviin ja vaikuttaa negatiivisesti rakennusliikkeen tulevaisuuteen.

Kuljetus on yksi tärkeimmistä laatuun vaikuttavimmista asioista elementtirakentamisessa. Kuljetuksen aiheuttamat vauriot elementteihin ovat kaikki ennaltaehkäistävissä, mutta silti valitettavan yleisiä. Kuorman sidonnan puutteellisuus tai huonous aiheuttaa liikettä elementeissä kuljetuksen aikana. Pahimmassa tapauksessa rakenteet vääntyilevät ja vaurioituvat. Vaurioituneita elementtejä harvoin kuljetetaan takaisin tehtaalle, vaan korjataan paikan päällä mahdollisuuksien mukaan. Korjauksesta aiheutuu ylimääräistä aikataulun viivästymistä ja kustannuksia. Kuljetuksen aikana myös sääsuojaus on tärkeässä roolissa. Rakenteet kastuessaan aiheuttavat uuteen rakennukseen mahdollisia mikrobivaurioita ja sen myötä suuria kustannuksia. Rakenteiden kuivattaminen vie aikaa ja liian pahasti kastuneet rakenteet joudutaan uusimaan.

Elementit rakennetaan ihmisten toimesta elementtitehtaalla, joten on täysin mahdollista, että niissä on jossakin kohti rakennusvirheitä. Elementtien rakennusvirheiden tarkastaminen on tärkeä osa laadun varmistamista ja pakollinen osa rakentamista. Tarkastamisen aikana käydään läpi kaikki näkyvissä olevat runkorakenteet ja liitoskohdat. Harvemmin elementeissä on mitään isoja rakenteellisia virheitä, mutta esimerkiksi kattoristikoista puuttuu toisinaan naulalevyjä.

Väliaikainen sääsuojaus on tärkeä asia kuljetuksen aikana, varastoinnin aikana ja ennen rakenteiden varsinaista sääsuojamista, eli katon asentamista. Koko rakentamisen ajan kosteudenhallinnasta on tärkeää pitää huolta. Kuivaketju 10 on uusi kosteudenhallintaan käytettävä työkalu rakennusyrityksille, jonka käyttämistä ei voi kuin suositella:

”Kuivaketju10 on rakennusprosessin kosteudenhallinnan toimintamalli, jolla vähennetään kosteusvaurioiden riskiä rakennuksen koko elinkaaren ajan. Kosteusriskien hallinta perustuu ketjuun, jossa riskit torjutaan rakennusprosessin kaikissa vaiheissa ja torjunnan onnistuminen todennetaan luotettavalla tavalla. Toimintamalli sisältää Kuivaketju10-riskilistan ja -todentamisohjeen, joissa on esitetty kymmenen keskeisintä kosteusriskiä. Näiden kosteusriskien hallinnalla vältetään yli 80 prosenttia kosteusvaurioiden seurannaiskustannuksista.” (kuivaketju10.fi.) (kuva 6.)



Kuva 6. Kuivaketju 10 (kuivaketju10.fi)

7.2 Kylpyhuonemoduulien asennus

7.2.1 Alustan valmistelu

Moduulien asentaminen voidaan aloittaa, kun perustukset ja alustäytöt ovat tehtynä. Maaurakoitsija tekee rakennuksen pohjatytöt ja asentaa usein myös kaikki sähkö, vesi ja viemäriverdot paikalleen. Perustuksia tulee tekemään rakennuksen maan pohjatöiden jälkeen etukäteen valittu urakoitsija. Kun perustukset on saatu valmiiksi, tekee maaurakoitsija vielä perustuksien ulkopuolelle perusmuurin levytyksen, salaojituksen, sadevesiviemärit ja muut tarvittavat työvaiheet lukuun ottamatta maan pintarakenteita. Maaurakoitsija tekee myös rakennuksen sisäpuoliset täytöt ja jättää täyttösoraa työmaalle pienen kasan myöhempää käyttöä varten. Moduulien asentamisen valmistelu voidaan aloittaa heti edellä mainittujen työvaiheiden jälkeen.

Alustan tasaus

Alustan tarkistaminen ja tasaus ovat tärkeä työvaihe moduulien asentamisen valmistelussa. Väärään korkoon, tai vinoon asentaminen kertautuvat helposti rakenteissa ja aiheuttavat ongelmia jatkossa. Kaikki moduulit on suunniteltu asennettavaksi täysin suoraan, sillä esimerkiksi lattian kaadot ja viemärit ovat moduuleissa jo valmiina. Lisäksi esteettisesti tarkasteltuna näyttää huonolta, jos koko moduuli on asennettu vinoon. Oikeaan korkoon ja hyvin tasatuksi alusta saadaan käyttämällä tasolaseria ja maan tiivistyskonetta.

Eristäminen

Tasatun sorapatjan päälle asennetaan styroksilevyjä, joiden tarkoitus on toimia eristeenä. Niitä asennetaan kahteen kerrokseen moduulin alle siten, että yhteispaksuus levyillä on 150 mm. Asennus tapahtuu siten, että ensimmäinen kerros 50 mm asennetaan soraa vasten tiiviisti toisiaan vasten. Tämän levytyksen päälle asennetaan 100 mm styroksilevy. Kaikille viemäri- ja vesiputkille styrokseen leikataan läpivientiä varten reikä, joka asennuksen jälkeen tiivistetään uretaanilla.

Styrokseen leikkaaminen

Moduuleissa on viemäriputket valmiiksi asennettuna, joten niitä varten styrokseen on leikattava kolo. Työmaalle toimitetaan sapluuna erikseen tätä työvaihetta varten. Sapluunan avulla styrokseen voidaan ensin piirtää ja sitten leikata viemäreille sopiva kolo. Sapluuna voidaan mitata oikeaan paikkaansa käyttämällä apuna esimerkiksi perustuksien alaohjauspuuta, mikäli se on varmasti kohdallaan. Riittävä syvyys kololle on 100 mm, eli päällimmäisen styrokseen verran.

Radon

Seuraavana työvaiheena asennetaan radonkaistale. Radonkaistaleen asennus pitää tehdä moduulin ja lattialaatan väliseen kohtaan liikuntasauaman takia. Kaistale asennetaan maassa muodostuvan radonin pääsyn estämiseksi huoneilmaan. Ilman kaistaletta radon pääsee huoneilmaan liikuntasauaman kohdalta.

Asennuspuut

Moduulin paikalleen ohjaamisen ja asentamisen helpottamiseksi käytetään asennuspuuta. Asennuspuu on määramittaiseksi sahattu puu, jonka mitat on saatu piirustuksista. (Puun koon pitää olla niin vahva, että se ei taivu helposti. Esimerkiksi 2*4 tuumainen lankku käy.) Hyvä mittauskohta on esimerkiksi talon alaohjauspuusta moduulin puurungon alareunaan. Huom. Mittausta tai asennusta ei pidä tehdä moduulin betonilaattaa apuna käyttäen, koska laatta ei ole mittatarkasti aina samassa kohdassa rungon kanssa.

Alustoja rakennetaan valmiiksi mahdollisimman paljon, että välivarastointia moduuleille ei tarvitse tehdä. Pyrkimyksenä on aina, että moduulit nostetaan suoraan kuormasta oikeaan kohtaansa. Näin säästetään nostimen työmaalla olemisen aikaa ja rahaa.

7.2.2 Asentaminen

Kuorman vastaanotto

Kun työmaalla on sellainen tilanne, että moduulien asentaminen voidaan aloittaa, ne kuljetetaan sinne. Kuorma ohjataan paikkaan, mistä kaikki moduulit voidaan nostaa suoraan paikalleen. Paikan valinta kannattaa tehdä sellaiseen kohtaan, että rekka-auto mahtuu siihen perävaunuineen. Jos yhdistelmä joudutaan tyhjentämään kahdessa osassa, niin aikaa kuluu huomattavasti enemmän.

Noston valmistelu

Kuorman mukana tulee moduuleiden nostoon tarkoitetut nostokehikko ja nostoliinat. Nosturilla nostetaan alkuvaiheessa kehikko pois kyydistä maahan, jossa se kiinnitetään nostoraksilla neljästä kohtaa kiinni nosturiin. Nostokehikon ansiosta moduulin runkoon ei tule nosto aikana minkäänlaista rasitusta.

Kuorman kiinnitys

Rakennustelinettä apuna käyttäen kiinnitetään nostokehikko nostoliinoilla kiinni moduuliin neljästä eri kohdasta. Moduuleissa kiinnityskohdat ovat molemmilla puolilla betonilaatassa. Nostoliinat kiinnitetään ensin moduuliin ja sitten ylhäältä käsin nostokehikkoon. Turvalajaita on syytä käyttää aina korkealla työskenneltäessä. Kun kehikko on saatu kiinni moduuliin, nosto voidaan aloittaa.

Moduulin nostaminen

Noston aikana nosturin kuljettajaa ohjataan pääsääntöisesti radiopuhelimella. Noston ohjaajan, eli henkilön, joka on yhteydessä nosturiin, on oltava tarkkana. Alkuvaiheessa moduuli voi vaurioitua helposti, sillä kuorma on yleensä pakattu tiiviisti. Alussa nostetaankin erityisen hitaasti vaurioiden välttämiseksi.

Asettelu

Moduuli ohjataan karkeasti oikeaan kohtaansa ja lasketaan lähelle alustaa. Varmistetaan, että moduuli tulee oikeinpäin ja aloitetaan tarkempi ohjaus. Tässä työvaiheessa apuna käytetään asennuspuita. Moduuli lasketaan lähes kiinni asennuskohtaa ja vähintään kahdesta suunnasta asennuspuilla ohjataan moduuli paikalleen. Huom. Viemäriputket rikkoutuvat helposti, jos jäävät puristuksiin. Kun moduuli on laskettu alas, tehdään tarkastusmittaukset, joilla varmistetaan oikea paikka. Sitten voidaan siirtyä seuraavaan moduuliin.

Välivarastointi

Jos alustoja ei ole tarpeeksi valmiina kuorman saapuessa, pitää tehdä moduuleiden välivarastointi. Välivarastointipaikka pitää miettiä etukäteen jo työmaan aluesuunnitelman tekemisen aikana. Tärkein asia välivarastoinnissa on se, että alas laskettaessa huomioidaan moduulin alla olevat viemäriputket. Jos ne menevät rikki, moduuli on käyttökelvoton. Moduuli varastoidaan aina styroksilevyjen päälle.

7.3 TATE-kontin asennus

Kontin saapuminen

Talotekniikkakontti, eli tate-kontti toimitetaan työmaalle erilliskuljetuksena suuren kokonsa vuoksi. Kuorma ohjataan sellaiseen paikkaan, missä nosturin nostokyky riittää kontin nostamiseen. Yleensä nostopaikka on lähellä kohtaa, johon se myös asennetaan.

Noston valmistelu ja nosto

Alusta on valmisteltu etukäteen ja samalla tavalla, kuin moduuleillakin. Erona moduuleihin kuitenkin on, että kontin betonilaatassa ei kulje viemäriputkia alapuolella, joten styroksiin ei tarvitse leikata koloja normaalien läpivientireikien lisäksi. Radonkaistale taas asennetaan samalla tavalla kuin moduuleillakin.

Poikkeuksena moduulin nostamiseen verrattuna on se, että konttia ei nosteta nostokehikon avulla. Nosturin nostoraksit kiinnitetään tate-kontin neljään eri nostokohtaan, joiden paikat ovat moduulien tavoin betonilaatassa.

Asettelu

Nosto suoritetaan varovasti suuren painon takia. Nosturinkuljettajaa ohjataan radiopuhelimella, sillä näkyvyys on nosturin kopista usein huono. Kontti ohjataan oikeaan kohtaan ja aletaan laskea alas. Viemärit ja kaikki muutkin talotekniset kontin sisälle tulevat putket ohjataan kontin sisäpuolelle niille tarkoitetuista rei'istä ennen kokonaan alas laskemista. Kontin paikalleen asetteluun ei tarvita asennuspuita, sillä kontti lasketaan lähes aina talon perusmuuria vasten puskuun, johon on helppo tehdä paikkamerkit.

Kun kontti on paikallaan, tehdään tarkistusmittaukset.

7.4 Ulkoseinäelementtien asennus

7.4.1 Varastointi

Kuorman saapuminen

Kuorma toimitetaan työmaalle sovittuna aikana. Kuormassa tuodaan mahdollisimman paljon ulkoseinäelementtejä kerrallaan, joten suoraan kuormasta paikalleen asentaminen ei ole järkevää, eikä mahdollista.

Varastointipaikka

Ulkoseinäelementit varastoidaan aluesuunnitelman mukaiseen paikkaan työmaalla. Varastointipaikan tulee olla tasainen, sillä elementtiniput ovat korkeita ja kapeita, eivätkä pysy pystyssä kaltevalla pinnalla. Alustalle levitetään ennen nostoa aluspuut.

Noston valmistelu ja nosto

Nosto suoritetaan siten, että elementtinipun ympärille pujotetaan kaksi pitkää nostoliinaa, jotka kiinnitetään molemmista päistä nostoraksiin kiinni. Nostokohtia tällä on tavalla tehtynä neljä ja kuorma on tarpeeksi hyvin kiinni. Nipun ohjaamista varten kiinnitetään ohjausköysi, jonka avulla mahdollinen tuuli ei vaikuta nostoturvallisuuteen ja nippu saadaan haluttuun kohtaan helposti.

Elementtinipun tuenta

Nippu nostetaan aluspuiden päälle, joihin se myös tuetaan ennen nostoliinojen irrotusta. Tuenta kannattaa tehdä siten, että kaikki elementit ovat irrotettavissa yksi kerrallaan. Tärkeää on se, että kaikki muut elementit säilyvät tuettuna, vaikka yksi elementti nipusta irrotetaan.

7.4.2 Asentaminen

Alaohjauspuun asennus

Ennen ulkoseinäelementtien asentamista pitää perustuksiin asentaa alaohjauspuu. Ulkoseinäelementtien pohjassa on kolo, joka ohjaa elementin oikeaan kohtaan asennusvaiheessa. Alaohjauspuun alle asennetaan solumuovikaistaleen lisäksi radonkaistale. Ohjauspuun asennuksen yhteydessä on syytä muistaa tarkastaa perustusten suoruus ja tasaisuus.

Noston valmistelu ja kiinnitys

Nostamisen valmistelu aloitetaan sillä, että elementtipaketista poistetaan sääsuojaukset. Jos keli on huono, voidaan sääsuojaus jättää vielä muiden elementtien päälle. Nostoliinat kiinnitetään nostoraksiin ja elementtiin kiinni seuraavaksi. Sitten asennetaan elementin ohjaamista varten köysi, jonka avulla nostoa ohjataan. Kun elementti on muuten nostovalmis, se irrotetaan vielä muista elementeistä, joihin se on kiinnitetty jo tehtaalla.

Nosto

Elementin nostoa ohjataan köyden avulla. Elementti nostetaan numeroinnin mukaiseen paikkaan ja lasketaan lähelle asennuskohtaa. Lopullinen hienosäätö tehdään, kun elementti lasketaan alaohjauspuun päälle, mutta jätetään nostoliinojen varaan. Hienosäätö tehdään esimerkiksi lyömällä lekalla elementin runkoa "vapaasta" päästä. Apuna voidaan käyttää myös sorkkarautaa.

Elementin kiinnitys ja tuenta

Elementti kiinnitetään toisiinsa ja alaohjauspuuhun ruuveilla suunnitelmien mukaisesti. Lisäksi se tuetaan tukevasti kiinni muutenkin ennen nostovälineiden irrotusta. Tuenta tehdään kiinnittämällä elementin runkoon tukipuu, jonka toinen pää kiinnitetään työmaasta riippuen esimerkiksi moduulin runkoon, tai ulos maahan kiilojen avulla. Tuenta säilytetään paikallaan katon asentamiseen asti.

7.5 Kattoelementti

7.5.1 Rakentaminen elementiksi

Rakennuspaikan valinta

Kattoristikot toimitetaan työmaalle sovitusti. Ristikot puretaan kuormasta aluesuunnitelmassa merkittyyn kohtaan, josta ne on helppo myös siirtää rakennuspaikkaan.

Katon elementiksi rakentaminen alkaa siitä, että nostetaan yksi ristikkonippu rakennuspaikalle. Rakennuspaikan on oltava tasainen, sillä rakentaminen ei muuten onnistu. Huomioon on myös otettava nostimen sijainti paikkaa valitessa, sillä nostimen nostokyky ja ulottuvuus ovat usein rajallisia. Huom! rakennuspaikka on yleensä perustuksien päällä, jolloin edellä mainittuja seikkoja ei tarvitse miettiä.

Elementin rakentaminen

Elementiksi rakentaminen aloitetaan levittämällä rakennuspaikalle aluspuut. Sen jälkeen ristikkonipusta irrotetaan yksi ristikko, joka siirretään käsivoimin aluspuiden päähän, mikäli se ei ole liian painava. Tämä ristikko kiinnitetään sitten tukevasti aluspuihin kiinni tukipuita apuna käyttäen, sillä ensimmäinen ristikko pitää pystyssä muita ristikoita alkuvaiheessa.

Toinen ristikko siirretään käsivoimin edellisen viereen oikeaan kohtaan ja kiinnitetään kiinni ensimmäiseen. Heti alusta alkaen kiinnittäminen kannattaa tehdä suunnitelmissa olevilla katon erilaisilla rakenteilla. Alkuvaiheessa parhaiten ristikoiden toisiinsa kiinnitykseen soveltuvat puutavarat ovat palonaikainen tuenta ja vinorevaus. Näin saadaan ristikoihin tuki ylhäältä ja alhaalta heti alkuvaiheessa.

Kun tarvittava määrä ristikoita on kiinnitetty, aloitetaan asentamaan loput katon rakenteeseen kuuluvat osat. Tavoitteena on asentaa maassa mahdollisimman paljon, jotta ylhäällä kiipeily ristikoissa vähenisi ja työturvallisuus kasvaisi. Ihan kaikkea maassa ei voida asentaa, sillä esimerkiksi elementtien kiinnittäminen toisiinsa pitää silti tehdä ylhäällä.

Nostopalkin kiinnitys

Ristikoiden ja katon rakenteiden asentamisen jälkeen asennetaan elementtien nostoa varten kaksi palkkia ristikoihin. Palkit ovat tyypillisesti 2*8 tuumaista soiroa, jonka lujuus on riittävä oikein kiinnitettynä. Ne kiinnitetään ristikoiden runkoon poikittain siten, että molemmilta puolilta palkit tulevat elementin ulkopuolelle. Palkkien asennuspaikka on yleensä katon harjakohdan molemmilla puolilla ristikon pystyrungossa. Niiden pitää olla puskussa ristikon yläpaarten kanssa. Kun palkki on oikeassa kohdassa, se kiinnitetään vielä jokaiseen ristikkoon kiinni tukevasti ruuveilla.

Kattolevyjen asentaminen

Seuraavaksi elementtiin asennetaan vielä kattolevytys katon pinnoitusta varten. Levynippu nostetaan elementin viereen, jotta levyjen kantamismatka olisi mahdollisimman lyhyt. Levyt asennetaan ristikoiden päälle siten, että saumakohta on ristikon rungossa. Suunta levyillä on yleensä siten, että pitempi sivu kulkee harjaa kohti. Levyissä on pontti, jonka ansiosta ne saadaan tiiviisti toisiaan vasten, eikä rakoja juurikaan tule. Levyjä asennettaessa on muistettava, että ristikot ovat usein korkeita ja putoamissuojausta on syytä käyttää varsinkin harjalla työskenneltäessä. Putoamissuojausta on käytettävä työskenneltäessä yli kahden metrin korkeudella maasta.

Sääsuojaus

Kun kattoelementti on asentamista vaille valmis, se sääsuojataan peittämällä elementti pressulla. Sääsuojaus pidetään paikallaan myös nostamisen jälkeen, kunnes katon pinnoittaminen aloitetaan.

7.5.2 Asentaminen

Kuorman kiinnitys ja nosto

Valmiiksi rakennettu kattoelementti kiinnitetään nosturiin. Kiinnittäminen tehdään nostopalkkien päihin nostoliinoilla. Liinat kiinnitetään sitten nosturin nostorakseihin kiinni. Kiinnityskohtia on oltava vähintään neljä, jotta kattoelementti kestää noston aiheuttamat rasitukset. Nostovälineiden kunto on tarkastettava aina ennen nostoa.

Elementtiin kiinnitetään ohjausköysi noston ohjaamista varten. Elementin nostaminen tehdään nosturin kuljettajaa radiopuhelimella ja elementtiä maasta ohjausköydellä ohjaamalla. Nosto ohjataan oikeaan kohtaan ja lasketaan alas ulkoseinäelementtien päälle. Ennen nostoa kannattaa ulkoseinäelementin päälle merkitä valmiiksi kattoelementin oikea kohta. Merkin ansiosta on helppo ja nopea asettaa katto oikeaan kohtaan. Huom. Korkealla työskenneltäessä on käytettävä aina turvavaljaita.

Elementin kiinnitys ja tuenta

Kattoelementti kiinnitetään ulkoseinäelementtiin kiinnitykseen tarkoitetuilla kulmarautoilla molemmista päistä. Rautoja menee kaksi kappaletta yhteensä ristikkoo kohden. Kulmaraudat toimitetaan työmaalle kattoristikoiden kanssa samaan aikaan.

Viimeistelytyöt

Kun kaikki kattoelementit on nostettu paikalleen, tehdään viimeistelyt. Viimeistelyllä tarkoitetaan puuttuvien rakenteiden kiinnitystä, joita ei voitu asentaa kattoon maassa. Suunnitelmista selvitetään kaikki puuttuvat rakenteet ja asennetaan paikalleen.

Höyrynsulkumuovin asennus

Kun katto on rakenteiltaan valmis, voidaan aloittaa höyrynsulkumuovin asennus. Höyrynsulkumuovi on valmiiksi asennettuna ulkoseinäelementeissä, joten niihin sitä ei tarvitse enää asentaa.

Ulkoseinien höyrynsulkumuovi on tarkoituksella yläreunastaan pitkä, jotta sen avulla voidaan tehdä limitys helposti kattoon tulevan höyrynsulkumuovin kanssa.

Asennus aloitetaan kiinnittämällä ulkoseinien ”ylimääräinen” höyrynsulkumuovi kattoristikoihin kiinni. Muovin kiinnittämisessä paras apuväline on nitoja. Kun seinän muovit ovat kiinni ristikoissa, voidaan aloittaa höyrynsulutus kattoon. Kaistale kerrallaan levitetään muovi kattoon ja kiinnitetään nitojalla kiinni. On muistettava asentaessa höyrynsulun riittävä limitys sauman kohdalla. Katossa suositellaan 300 mm limitystä ja seinillä 150 mm limitystä. Kaikki reiät ja saumat on teipattava huolellisesti höyrynsulkuteipillä.

8 TULOKSET JA POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä asennusohje, jonka käyttökohde on pääasiassa uusien työntekijöiden ja erityisesti työnjohtajien perehdytyksessä. Ohje kohdennettiin tarkemmin puurakenteisen yksikerroksisen konseptimallisen hyvinvointitilan elementtien ja moduulien asentamiseen. Elementtirakentaminen ja varsinkin moduuleiden asentaminen on vielä kehitysasteella oleva rakentamisen muoto, josta ei monellakaan uudella työnjohtajalla ole kokemusta. Näiden ohjeiden avulla työvaiheisiin on helppo tutustua jo ennen työmaan aloittamista. Ohje on käyttökelpoinen myös työmaalla pidettäväksi kaikille saatavilla olevana, sillä siitä on helppoa työntekijöiden itse tutkia kunkin työvaiheen huomioon otettavat asiat. Asennusohje pidetään tilaajan toiveesta salaisena yksityiskohtaisten valokuvien takia.

Asennusohjeiden kokoaminen oli haastavaa työtä. Kaikkien työvaiheiden huomioon ottaminen ja hyvien, havainnollistavien valokuvien ottaminen oli haasteellista. Kohdeyleisön huomioiminen ja ohjeen pitäminen perehdytystasolla osoittautui aikaa vieväksi työksi. Lähimmät työmaatkin sijaittivat pitkän matkan päässä Kajaanissa asti. Lopputuloksena saatiin kuitenkin tilaajan mielestä onnistunut perehdytysmateriaali, jota tullaan käyttämään tulevaisuudessa Lehdon työmailla. Työtä ei ole vielä kokeiltu käytännössä.

Tämän insinöörityön jatkokehittäminen on täysin toteutettavissa oleva, mahdollisesti jollekin muulle hyvä opinnäytetyö. Ohjeista puuttuu tällä hetkellä esimerkiksi kaikki mitat, kiinnitystarvikkeet, aikataulut, materiaalienekit ja kantavuuslaskennat. Ohjeista voi jatkojalostamalla saada koulutusmateriaalin esimerkiksi uusille asennustyöporukoille.

Tämän opinnäytetyön pohjalta sain merkittävästi lisää kokemusta tulevaisuutta ajatellen. Työvaiheiden tarkka seuraaminen ja dokumentointi, vaikkakin vain yhden yrityksen, antoi tuntuvaan kokemuksen. Osaan tämän ohjeiden kokoamisen myötä ainakin kaikki Lehdon konseptimallisen talon elementtien ja moduulien asentamisen työvaiheet.

LÄHTEET

kruunu.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-03-01] Saatavissa:
<http://www.kruunu.fi/cms/suomeksi/elementit/yleistae>

kuivaketju10.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-03-05] Saatavissa: <http://kuivaketju10.fi/>

Lehto.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-01-15] Saatavissa: <https://lehto.fi/yritys/lehto-lyhyesti/>

Lehto.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-01-15] Saatavissa: <https://lehto.fi/moduulirakentaja-lehto-group-jatkoi-kasvuaan-viime-vuonna/>

metsawood.com [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-02-22] Saatavissa:
<https://www.metsawood.com/fi/tuotteet/kerto/kerto-kayttokohteet/Pages/puuelementit.aspx>

prt-pro.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-02-14] Saatavissa: <http://www.prt-pro.fi/puuelementtirakentamisen-edut.php>

puuinfo.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-02-23] Saatavissa: <https://www.puuinfo.fi/tuote/sepa-oy-n-kattoristikot>

rakennamme.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-02-14] Saatavissa:
<http://www.rakennamme.fi/talotekniikka/talotekniikkakontissa-talon-kaikki-tekniikka-on-samassa-paikassa>

rakennus.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-03-05] Saatavissa:
<https://www.rakennuslehti.fi/2017/04/rakennusliikkeiden-uudet-konseptit-yksioista-ovat-viela-raakileita/>

rakennuslehti.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-02-22] Saatavissa: <https://www.rakennuslehti.fi/2017/05/lehto-osti-elementtitehtaan-turvaa-rajusti-kasvavan-yhtion-elementtien-saantia/>

salkunrakentaja.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-01-12] Saatavissa:
<https://www.salkunrakentaja.fi/2016/11/lehto-halpa-kasvuosake/>

tekniikkatalous.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2018-03-01] Saatavissa:
<https://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/rakennus/kylpyhuonemuodut-lasketaan-katon-kautta-paikoilleen-naintehdaan-100-000-euron-kaksioita-6640083>